

5

Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, insbesondere für eine  
Brennkraftmaschine mit Kraftstoff-Direkteinspritzung, sowie  
Verfahren zu ihrer Herstellung

10

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft zunächst eine Kraftstoff-  
Einspritzvorrichtung, insbesondere für eine  
15 Brennkraftmaschine mit Kraftstoff-Direkteinspritzung, mit  
einem Gehäuse und mindestens zwei in dem Gehäuse  
angeordneten und zueinander koaxialen Ventilelementen,  
denen jeweils mindestens eine Kraftstoff-Austrittsöffnung  
zugeordnet ist, wobei am äußeren Ventilelement radial  
20 auswärts von der ihm zugeordneten mindestens einen  
Kraftstoff-Austrittsöffnung ein erster Dichtbereich  
vorhanden ist, welcher mit einem gehäuseseitigen Ventilsitz  
zusammenarbeitet und welcher die mindestens eine  
Kraftstoff-Austrittsöffnung von einem Hochdruckanschluss  
25 trennen kann.

Eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten  
Art ist aus der DE 101 22 241 A1 bekannt. Diese weist ein  
Gehäuse mit einem äußeren Ventilelement auf, in dem ein  
30 inneres Ventilelement geführt ist. Jedem Ventilelement ist  
jeweils eine Reihe von Kraftstoff-Austrittsöffnungen  
zugeordnet. Beide Ventilelemente sind hubgesteuert. Dies  
bedeutet, dass sie jeweils eine Steuerfläche aufweisen, die  
in Schließrichtung wirkt und einen Stellerraum begrenzt. Im  
35 Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnungen weisen die

Ventilelemente jeweils Druckflächen auf, die in Öffnungsrichtung wirken und Druckräume begrenzen, an denen zumindest zeitweise ebenfalls ein hoher Fluiddruck anliegt. Die Druckflächen und Steuerflächen sind so abgestimmt, dass  
5 dann, wenn in den Steuerräumen ein hoher Druck herrscht, beide Ventilelemente geschlossen sind. Durch eine kurzzeitige Druckabsenkung im Steuerraum können die in Schließrichtung wirkenden Kräfte reduziert werden, was zu einem Öffnen eines Ventilelements oder beider  
10 Ventilelemente führt.

Die Verwendung von zwei Ventilelementen, denen jeweils mindestens eine Kraftstoff-Austrittsöffnung zugeordnet ist, gestattet es, je nach der Menge des einzuspritzenden  
15 Kraftstoffes einen kleinen oder großen Gesamt-Austrittsquerschnitt bereitzustellen. Dies ermöglicht es wiederum, auch vergleichsweise kleine Kraftstoffmengen mit hohem Einspritzdruck einzuspritzen, so dass auch in diesen Fällen eine gute Zerstäubung des Kraftstoffs erzielt wird.  
20 Gleichzeitig können große Kraftstoffmengen eingespritzt werden, ohne dass hierfür sehr lange Einspritzzeiten erforderlich sind.

Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art so  
25 weiterzubilden, dass sie eine möglichst lange Lebensdauer aufweist und die mit ihr betriebene Brennkraftmaschine ein gutes Emissionsverhalten zeigt.

30 Diese Aufgabe wird bei einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass am äußeren Ventilelement zwischen der diesem zugeordneten mindestens einen Kraftstoff-Austrittsöffnung und dem inneren Ventilelement ein zusätzlicher Dichtbereich  
35 vorhanden ist.

### Vorteile der Erfindung

- 5 Die erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzvorrichtung weist eine deutlich höhere Lebensdauer als herkömmliche Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen auf. Ursache hierfür ist, dass durch den zusätzlichen Dichtbereich weitgehend verhindert wird, dass HC aus dem Brennraum der
- 10 Brennkraftmaschine über die dem äußeren Ventilelement zugeordneten Kraftstoff-Austrittsöffnungen in die Vorrichtung eindringt, in den Führungsspalt zwischen den beiden Ventilelementen gelangt, und dort zu Veränderungen der Oberflächeneigenschaften und zu Ablagerungen und
- 15 letztlich zu einem erhöhten Verschleiß führt.

- Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Emissionsverhalten einer Brennkraftmaschine, welche mit erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen
- 20 ausgestattet ist, sehr gut ist. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, dass durch den zusätzlichen Dichtbereich verhindert wird, dass Kraftstoff durch den Führungsspalt zwischen den beiden Ventilelementen hindurchtritt und, bei ansonsten geschlossenen Ventilelementen, aus der dem
- 25 äußeren Ventilelement zugeordneten mindestens einen Kraftstoff-Austrittsöffnung in den Brennraum gelangt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

30

- Zunächst wird vorgeschlagen, dass der zusätzliche Dichtbereich unmittelbar nach der Herstellung der Vorrichtung bei geschlossenem äußeren Ventilelement einen geringen Abstand, vorzugsweise ungefähr 1 bis 2  $\mu\text{m}$ , von
- 35 einem ihm zugeordneten Ventilsitz hat. Hierdurch werden die

Herstellkosten der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung niedrig gehalten, da für die Herstellung des Dichtbereichs und für den ihm zugeordneten Ventilsitz keine besonders hohe Präzision erforderlich ist. 5 Stattdessen wird die optimale Dichtwirkung des Dichtbereichs erst im Laufe der anfänglichen Betriebszeit der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung erreicht, nämlich durch die normale Anfangsverformung beziehungsweise den normalen Anfangsverschleiß an dem ersten Dichtbereich und an dem ihm 10 zugeordneten gehäuseseitigen Ventilsitz.

Ein für das Emissionsverhalten günstiges zeitliches Druckprofil bei der Einspritzung von Kraftstoff wird erreicht, wenn der erste Dichtbereich am Rand einer um das 15 äußere Ventilelement umlaufenden Nut ausgebildet ist.

In die gleiche Richtung zielt jene Weiterbildung, bei welcher sich von der gerade erwähnten umlaufenden Nut bis in etwa zu dem zusätzlichen Dichtbereich am äußeren 20 Ventilelement eine umlaufende flache Nut erstreckt.

Alternativ hierzu ist es möglich, dass in etwa von der zuerst genannten Nut bis in etwa zu dem zusätzlichen Dichtbereich mehrere über den Umfang verteilt angeordnete 25 und insgesamt jeweils in axialer Richtung verlaufende Rillen vorhanden sind.

Möglich ist ferner, dass der zusätzliche Dichtbereich am Rand einer umlaufenden schmalen und tiefen Nut ausgebildet 30 ist, die zum ersten Dichtbereich hin gelegen ist. Auch hierdurch wird die so genannte "Sitzdrosselung" verändert und optimiert.

Bevorzugt ist der zusätzliche Dichtbereich an einer vom 35 äußeren Ventilelement abragenden ringartigen Erhebung

ausgebildet. Dies führt zu einer guten Dichtwirkung und preiswerten Herstellung.

5 Besonders prägnant sind die erfindungsgemäßen Vorteile dann, wenn die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung so ausgebildet ist, dass ein zwischen den beiden Ventilelementen vorhandener Führungsspalt mit einem Raum in Verbindung steht, welcher mit dem Hochdruckanschluss verbunden ist. Bei einem solchen Raum kann es sich  
10 beispielsweise um einen hydraulischen Steuerraum handeln, wie er bei hubgesteuerten Ventilelementen vorhanden ist.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der oben genannten  
15 Art. Um die Herstellkosten niedrig zu halten, wird vorgeschlagen, dass das äußere Ventilelement so gefertigt wird, dass der zusätzliche Dichtbereich bei geschlossenem äußeren Ventilelement zunächst einen geringen Abstand, vorzugsweise von ungefähr 1 bis 2  $\mu\text{m}$ , von einem ihm  
20 zugeordneten Ventilsitz hat, und dass dann durch mehrfache Betätigung des äußeren Ventilelements der erste Dichtbereich und/oder der diesem zugeordnete Ventilsitz so verformt werden, dass der Abstand zwischen und dem ihm zugeordneten Ventilsitz geringer wird beziehungsweise gegen  
25 Null geht.

#### Zeichnung

30 Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch einen Bereich einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

Figur 2 ein Detail II von Figur 1;

Figur 3 eine Ansicht ähnlich Figur 2 einer alternativen Ausführungsform; und

Figur 4 eine Ansicht ähnlich Figur 2 einer nochmals abgewandelten Ausführungsform.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung trägt in Figur 1 insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst ein Gehäuse 12, von dem in Figur 1 nur ein Düsenkörper 14 und ein Zentralstück 16 dargestellt sind. Der Düsenkörper 14 ist über eine nicht dargestellte Spannschraube gegenüber dem Zentralstück 16 verspannt.

Im Gehäuse 12 ist eine Ausnehmung 18 vorhanden, in die ein äußeres Ventilelement 20 und ein inneres Ventilelement 22 eingesetzt sind. Zwischen diesen ist ein Führungsspalt 23 vorhanden (vgl. Figur 2). Wie weiter unten noch stärker im Detail ausgeführt werden wird, ist dem äußeren Ventilelement 20 eine Reihe von Kraftstoff-Austrittskanälen 24 zugeordnet, wohingegen dem inneren Ventilelement 22 eine Reihe von Kraftstoff-Austrittskanälen 26 zugeordnet ist.

Das äußere Ventilelement 20 weist einen konischen Endbereich 27 auf. An diesem sind in Öffnungsrichtung wirkende Druckflächen 28 und 30 (vergleiche Figur 2) vorhanden, welche Druckräume 32 und 34 begrenzen, die über einen Hochdruckkanal 36 beziehungsweise einen zwischen der

Ausnehmung 18 und dem äußeren Ventilelement 20 vorhandenen Ringraum 38 ständig mit einem Hochdruckanschluss 40 verbunden sind. Der Hochdruckanschluss 40 der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 ist an eine nicht dargestellte Kraftstoff-Sammelleitung ("Rail") angeschlossen, in der Kraftstoff, beispielsweise Benzin oder Diesel, unter sehr hohem Druck gespeichert ist.

An dem den Kraftstoff-Austrittskanälen 24 entgegengesetzten Ende des äußeren Ventilelements 20 weist dieses eine in Schließrichtung wirkende Steuerfläche 42 auf, die einen Steuerraum 44 begrenzt. Dieser ist über eine Zulaufdrossel 46 ständig mit dem Hochdruckkanal 36 verbunden. Eine Ablaufdrossel 48 führt von dem Steuerraum 44 über ein Schaltventil 50 zu einem Niederdruckanschluss 52. Dieser ist an eine nicht dargestellte Rücklaufleitung angeschlossen, die beispielsweise zu einem Kraftstoffbehälter zurückführt.

Auch das innere Ventilelement 22 verfügt über einen konischen Endbereich 53 mit einer in Öffnungsrichtung wirkenden Druckfläche 54 (Figur 2), welche einen Druckraum 56 begrenzt, der jedoch nur bei geöffnetem äußeren Ventilelement 20 über den Ringraum 38 und den Hochdruckkanal 36 mit dem Hochdruckanschluss 40 verbunden ist. An dem den Kraftstoff-Austrittskanälen 26 entgegengesetzten Ende verfügt auch das innere Ventilelement 22 über eine in Schließrichtung wirkende Steuerfläche 58, die einen im äußeren Ventilelement 20 angeordneten und über einen Kanal 60 mit dem Steuerraum 44 verbundenen Steuerraum 62 begrenzt.

Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, verfügt das äußere Ventilelement 20 über einen ersten Dichtbereich in Form einer ersten Dichtkante 64, die mit einer

gegenüberliegenden gehäuseseitigen Ventilsitzfläche 66 zusammenarbeitet. Die Dichtkante 64 ist am radial äußeren Rand einer um das äußere Ventilelement 20 umlaufenden Nut 68 ausgebildet. Deren radial innerer Rand liegt ungefähr  
5 gegenüber der Mitte der Kraftstoff-Austrittskanäle 24. Radial schräg einwärts von der Nut 68 beziehungsweise von den Kraftstoff-Austrittskanälen 24 ist am konischen Endbereich 27 des äußeren Ventilelements 20 eine ringartige umlaufende Erhebung 70 vorhanden, deren abragender Rand  
10 einen zusätzlichen Dichtbereich in Form einer zweiten Dichtkante 72 bildet. Diese arbeitet mit einem radial schräg einwärts gelegenen Bereich der gehäuseseitigen Ventilsitzfläche 66 zusammen. Von der Nut 68 bis zu der ringartigen Erhebung 70 erstreckt sich eine umlaufende  
15 flache Nut 74.

Auch am inneren Ventilelement 22 ist eine Dichtkante 76 vorhanden. Sie begrenzt radial schräg einwärts die Druckfläche 54 und wirkt ebenfalls mit einem radial schräg  
20 einwärts gelegenen Bereich der Ventilsitzfläche 66 zusammen. Bei geschlossenem inneren Ventilelement 22 liegt die Reihe von Kraftstoff-Austrittskanälen 26, die dem inneren Ventilelement 22 zugeordnet sind, radial schräg einwärts von der Dichtkante 76.

25

Die in den Figuren 1 und 2 gezeigte Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 wird folgendermaßen betrieben:

Über den Hochdruckanschluss 40 und den Hochdruckkanal 36  
30 sowie den Ringraum 38 liegt an den Druckflächen 28 und 30 des äußeren Ventilelements 20 ständig der hohe Kraftstoffdruck an, welcher auch in der Kraftstoff-Sammelleitung herrscht. Zunächst wird angenommen, dass das Schaltventil 50 geschlossen ist. In diesem Fall herrscht  
35 auch in dem Steuerraum 44 sowie in dem Steuerraum 62 dieser

hohe Kraftstoffdruck. Da die Steuerfläche 42 des äußeren Ventilelements 20 größer ist als die Summe der beiden Druckflächen 28 und 30, ergibt sich eine in Schließrichtung wirkende resultierende Kraft, durch die die Dichtkante 64  
5 ebenso wie die zweite Dichtkante 72 gegen die Ventilsitzfläche 66 gedrückt werden. Die Verbindung vom Ringraum 38 beziehungsweise dem Druckraum 34 zu der Reihe von Kraftstoff-Austrittskanälen 24 ist somit unterbrochen. Auch der Druckraum 56, der von der Druckfläche 54 des  
10 inneren Ventilelements 22 begrenzt wird, ist von dem im Ringraum 38 herrschenden hohen Kraftstoffdruck getrennt.

Zur Einspritzung einer vergleichsweise geringen Menge von Kraftstoff wird das Schaltventil 50 kurzzeitig geöffnet.  
15 Hierdurch kann Kraftstoff aus dem Steuerraum 44 über die Ablaufdrossel 48 zum Niederdruckanschluss 52 hin abströmen. Da der Kraftstoff schneller abströmt als er durch die Zulaufdrossel 46 zuströmen kann, sinkt der Druck im Steuerraum 44 und die entsprechende an der Steuerfläche 42  
20 in Schließrichtung wirkende Kraft. In der Folge ergibt sich eine insgesamt in Öffnungsrichtung wirkende resultierende Kraft (an den Druckflächen 28 und 30 wirkt ja weiterhin der hohe Kraftstoffdruck), so dass das äußere Ventilelement 20 öffnet und die Dichtkanten 64 und 72 von der  
25 gegenüberliegenden Ventilsitzfläche 66 abheben.

Hierdurch wird der Ringraum 38 beziehungsweise der Druckraum 34 mit der Reihe von Kraftstoffaustrittskanälen 24 verbunden, so dass Kraftstoff unter hohem Druck durch  
30 die Kraftstoff-Austrittskanäle 24 austritt.

Bei geöffnetem äußeren Ventilelement 20 herrscht auch im Druckraum 56 ein entsprechender hoher Kraftstoffdruck, der an der Druckfläche 54 des inneren Ventilelements 22 zu  
35 einer in Öffnungsrichtung wirkenden Kraft führt. Da jedoch

das Schaltventil 50 nur kurzzeitig geöffnet ist und da der Kanal 60, welcher den Steuerraum 44 des äußeren Ventilelements 20 mit dem Steuerraum 62 des inneren Ventilelements 22 verbindet, als Strömungsdrossel

5 ausgebildet ist, wirkt sich die Druckabsenkung im Steuerraum 44 nur zeitverzögert und in geringem Umfang auf den Steuerraum 62 aus. Die Druckabsenkung im Steuerraum 62 ist jedenfalls nur so gering, dass die an der Steuerfläche 58 in Schließrichtung wirkende Kraft größer ist als die an  
10 der Druckfläche 54 in Öffnungsrichtung wirkende Kraft. Das innere Ventilelement 22 bleibt daher geschlossen. Kraftstoff kann durch die dem inneren Ventilelement 22 zugeordneten Kraftstoff-Austrittskanäle 26 daher nicht austreten.

15 Soll eine größere Kraftstoffmenge eingespritzt werden, wird das Schaltventil 50 über einen vergleichsweise längeren Zeitraum geöffnet. In der Folge ergibt sich eine markante Druckabsenkung auch im Steuerraum 62, der von der  
20 Steuerfläche 58 am inneren Ventilelement 22 begrenzt wird. Diese Druckabsenkung ist so markant, dass nun die in Öffnungsrichtung an der Druckfläche 54 des inneren Ventilelements 22 wirkende Kraft überwiegt, so dass das innere Ventilelement 22 öffnet. Jetzt kann Kraftstoff auch  
25 aus den Kraftstoff-Austrittskanälen 26 austreten. Die Einspritzung wird beendet, indem das Schaltventil 50 geschlossen wird.

Vor allem beim Beenden einer Einspritzung kommt der  
30 zusätzlichen zweiten Dichtkante 72, die am äußeren Ventilelement 20 vorhanden ist, eine besondere Bedeutung zu: Durch sie wird nämlich verhindert, dass dann, wenn die erste Dichtkante 64 bereits wieder an der Ventilsitzfläche 66 anliegt, Kraftstoff aus den Kraftstoff-Austrittskanälen  
35 24 austritt. Hierbei ist Folgendes zu bedenken:

Im Steuerraum 62 herrscht insbesondere bei geschlossenen Ventilelementen 20 und 22 ein vergleichsweise hoher Kraftstoffdruck. Zwar ist das innere Ventilelement 22 im  
5 äußeren Ventilelement 20 fluiddicht geführt, eine solche fluiddichte Führung kann einen Kraftstoffdurchtritt jedoch nicht vollkommen verhindern. Um eine leichte Beweglichkeit des inneren Ventilelements 22 zu gewährleisten, muss  
10 nämlich zwischen dem inneren Ventilelement 22 und dem äußeren Ventilelement 20 der Führungsspalt 23 vorhanden sein. Über diesen Führungsspalt 23 kann Kraftstoff in geringer Menge aus dem Steuerraum 62 in den Druckraum 56 strömen.

15 Wäre die zusätzliche Dichtkante 72 nicht vorhanden, könnte dieser "Leckagekraftstoff" aus dem Druckraum 56 ungehindert zu den Kraftstoff-Austrittskanälen 24 gelangen und über diese wiederum in den Brennraum der Brennkraftmaschine austreten. Dies würde das Emissionsverhalten der  
20 Brennkraftmaschine verschlechtern. Durch die zusätzliche Dichtkante 72 wird die Verbindung zwischen dem Druckraum 56 und den Kraftstoff-Austrittskanälen 24 bei geschlossenem äußeren Ventilelement 20 unterbrochen. Durch den Führungsspalt 78 hindurchtretender Leckagekraftstoff kann  
25 somit nicht mehr zu den Kraftstoff-Austrittskanälen 24 gelangen.

Die zusätzliche Dichtkante 72 am äußeren Ventilelement 20 hat aber noch einen weiteren Effekt: Bei der Verbrennung  
30 entsteht im Brennraum der Brennkraftmaschine HC. Dieses kann über die Kraftstoff-Austrittskanäle 24 und 26 in das Innere der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 gelangen. Durch die zweite Dichtkante 72 wird zuverlässig verhindert, dass HC in den Führungsspalt 23 zwischen dem inneren  
35 Ventilelement 22 und dem äußeren Ventilelement 20 gelangt.

Ein entsprechender erhöhter Verschleiß im Bereich des Führungsspalts 78 wird somit zuverlässig vermieden.

Das äußere Ventilelement 20 der in den Figuren 1 und 2  
5 gezeigten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 weist somit einen "Doppelsitz" auf, der üblicherweise nur mit hohem Aufwand hergestellt werden kann. Bei der gezeigten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist dieser Aufwand jedoch  
10 deutlich reduziert: Die zusätzliche Dichtkante 72 wird nämlich zunächst mit einem bestimmten Mindermaß hergestellt. Dies bedeutet nichts anderes, als dass sie  
zunächst, bei einer neuen und noch unbenutzten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, bei geschlossenem Ventilelement 20 einen Abstand von der gegenüberliegenden Ventilsitzfläche  
15 66 aufweist. Dieser Abstand beträgt beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ungefähr 1 bis 2  $\mu\text{m}$ .

Bei der Inbetriebnahme der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung kommt es prinzipbedingt an der ersten Dichtkante 64 und der  
20 gegenüberliegenden Ventilsitzfläche 66 zu einem gewissen Anfangsverschleiß beziehungsweise einer gewissen Anfangsverformung. Durch diese verringert sich der zunächst bei geschlossenem äußeren Ventilelement 20 vorhandene Spalt  
zwischen der zusätzlichen Dichtkante 72 und der  
25 gegenüberliegenden Ventilsitzfläche 66, bis auch die zusätzliche Dichtkante 72 bei geschlossenem Ventilelement 20 an der gegenüberliegenden Ventilsitzfläche 66 anliegt und so für eine sichere Abdichtung sorgt.

30 Alternative Ausführungsformen von Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 10 sind in den Figuren 3 und 4 gezeigt. Dabei tragen solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Kraftstoff-  
35 Einspritzvorrichtung aufweisen, die gleichen Bezugszeichen.

Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert. Die Unterschiede betreffen im Wesentlichen die Ausgestaltung des konischen Endbereichs 27 des äußeren Ventilelements 20 zwischen der Nut 68 und der ringartigen Erhebung 70:

5

Bei der in Figur 3 gezeigten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 sind anstelle einer einzigen umlaufenden flachen Nut mehrere über den Umfang verteilt angeordnete und insgesamt jeweils in axialer Richtung verlaufende Rillen 74 vorhanden. Darüber hinaus weist bei der in Figur 3 gezeigten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 die ringartige Erhebung 70 eine größere Breite auf. In Figur 4 wiederum ist zusätzlich zu den Rillen 74 radial schräg auswärts von der ringartigen Erhebung 70 eine umlaufende Nut 80 vorhanden, deren Querschnitt ähnlich wie die Nut 68 in etwa halbkreisförmig ist.

10

15

5

## Ansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10), insbesondere für eine Brennkraftmaschine mit Kraftstoff-Direkteinspritzung, mit einem Gehäuse (12) und mindestens zwei in dem Gehäuse (12) angeordneten und zueinander coaxialen Ventilelementen (20, 22), denen jeweils mindestens eine Kraftstoff-Austrittsöffnung (24, 26) zugeordnet ist, wobei am äußeren Ventilelement (20) radial auswärts von der ihm zugeordneten mindestens einen Kraftstoff-Austrittsöffnung (24) ein erster Dichtbereich (64) vorhanden ist, welcher mit einem gehäuseseitigen Ventilsitz (66) zusammenarbeitet und welcher die mindestens eine Kraftstoff-Austrittsöffnung (24) von einem Hochdruckanschluss (40) trennen kann, dadurch gekennzeichnet, dass am äußeren Ventilelement (20) zwischen der diesem zugeordneten mindestens einen Kraftstoff-Austrittsöffnung (24) und dem inneren Ventilelement (22) ein zusätzlicher Dichtbereich (72) vorhanden ist.
2. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Dichtbereich (72) unmittelbar nach der Herstellung der Vorrichtung (10) bei geschlossenem äußeren Ventilelement (20) einen geringen Abstand, vorzugsweise ungefähr 1 bis 2  $\mu\text{m}$ , von einem ihm zugeordneten Ventilsitz (66) hat.
3. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtbereich (64) am Rand einer um das äußere Ventilelement (20) umlaufenden Nut (68) ausgebildet ist.

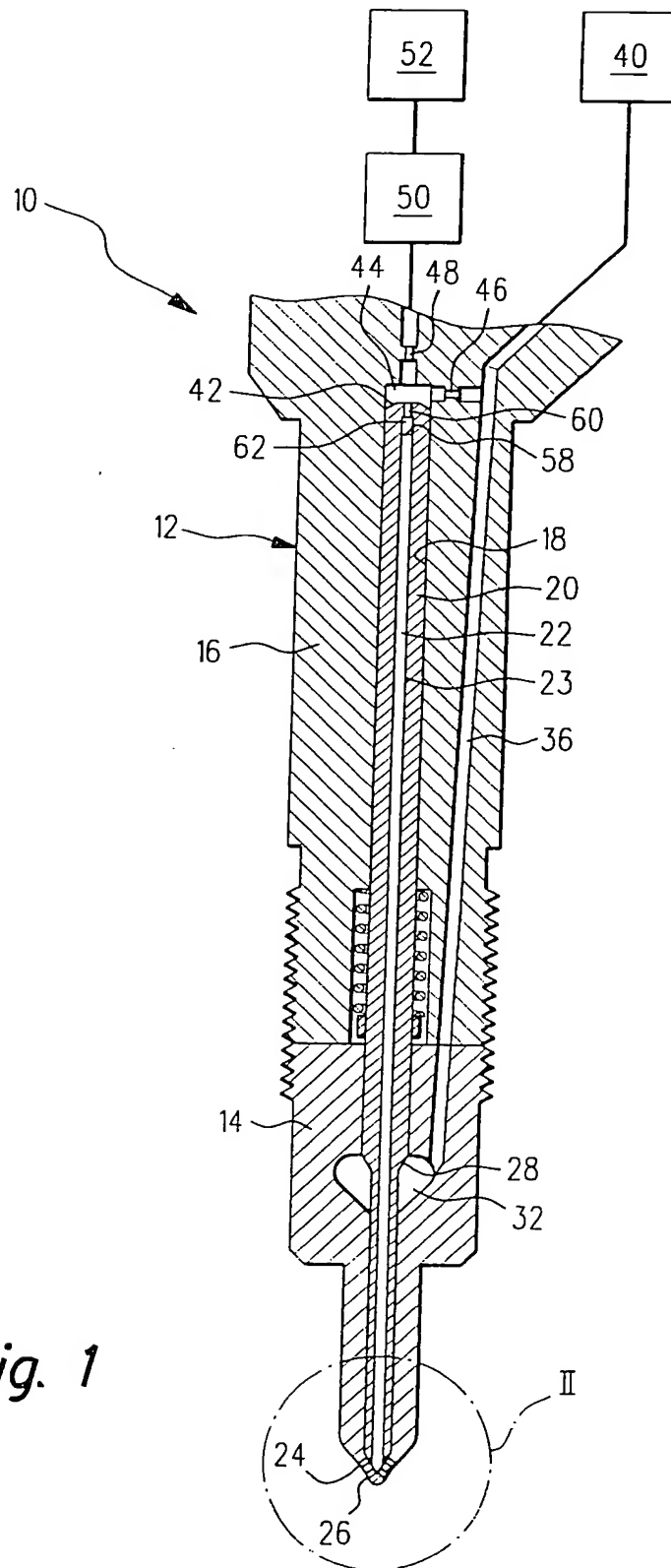
4. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2 in Verbindung mit Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich in etwa von der umlaufenden Nut (68) bis in etwa zu dem zusätzlichen Dichtbereich (72) am äußeren Ventilelement (20) eine umlaufende flache Nut (74) erstreckt.
- 5
5. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2 in Verbindung mit Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich in etwa von der umlaufenden Nut (68) bis in etwa zu dem zusätzlichen Dichtbereich (72) mehrere über den Umfang verteilt angeordnete und insgesamt jeweils in axialer Richtung verlaufende Rillen (74) vorhanden sind.
- 10
6. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Dichtbereich (72) am Rand einer umlaufenden schmalen und tiefen Nut (80) ausgebildet ist, die in Richtung zum ersten Dichtbereich (64) hin gelegen ist.
- 15
7. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Dichtbereich (72) an einer vom äußeren Ventilelement (20) abragenden ringartigen Erhebung (70) ausgebildet ist.
- 20
8. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein zwischen den beiden Ventilelementen (20, 22) vorhandener Führungsspalt (78) mit einem Raum (62) in Verbindung steht, welcher wenigstens zeitweise mit dem Hochdruckanschluss (40) verbunden ist.
- 25
9. Verfahren zum Herstellen einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere
- 30

Ventilelement (20) so gefertigt wird, dass der zusätzliche Dichtbereich (72) bei geschlossenem äußeren Ventilelement (20) zunächst einen geringen Abstand, vorzugsweise von ungefähr 1 bis 2  $\mu\text{m}$ , von einem ihm zugeordneten Ventilsitz (66) hat, und dass dann durch mehrfache Betätigung des äußeren Ventilelements (20) der erste Dichtbereich (64) und/oder der diesem zugeordnete Ventilsitz (66) so verformt werden, dass der Abstand zwischen ihm und dem ihm zugeordneten Ventilsitz (66) geringer wird beziehungsweise gegen Null geht.

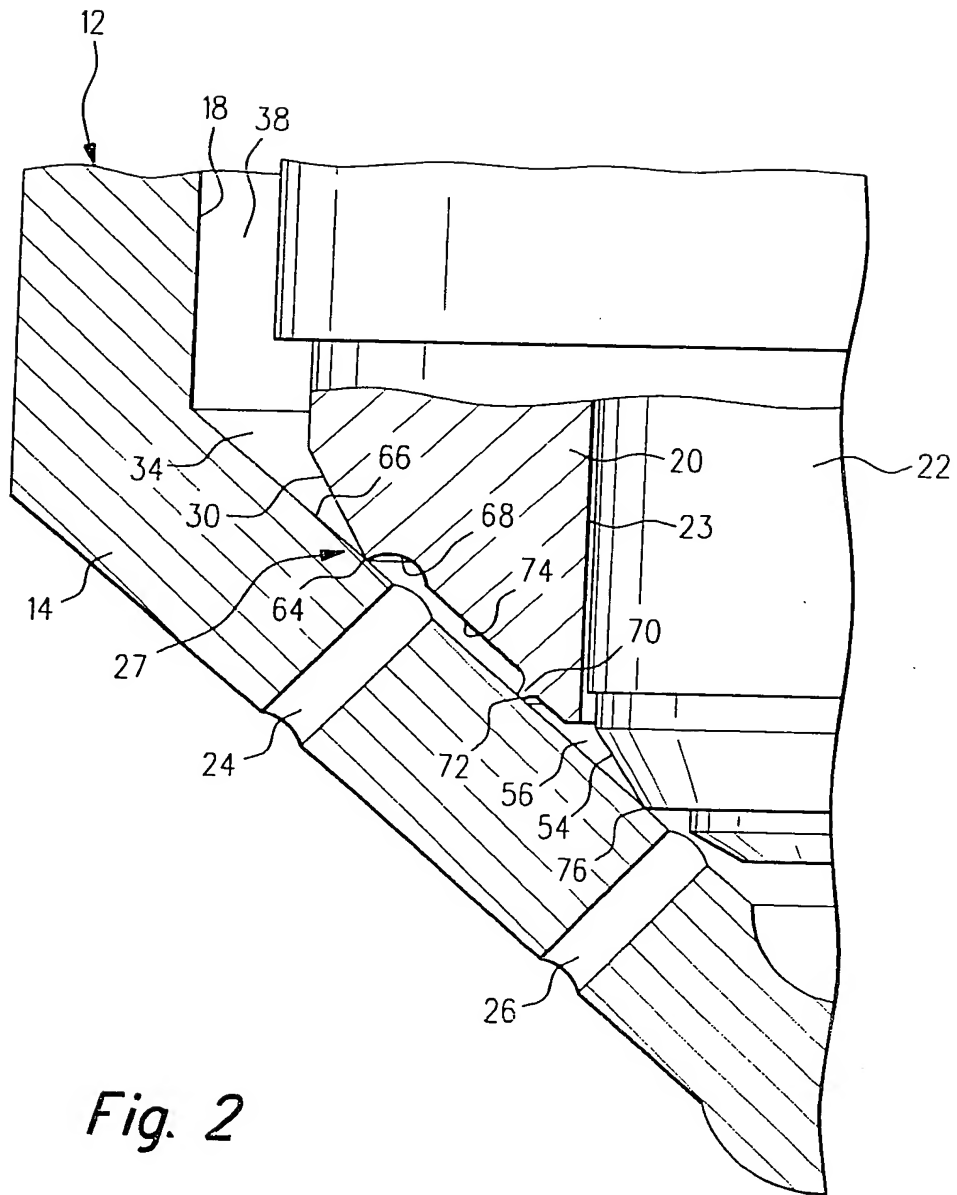
5

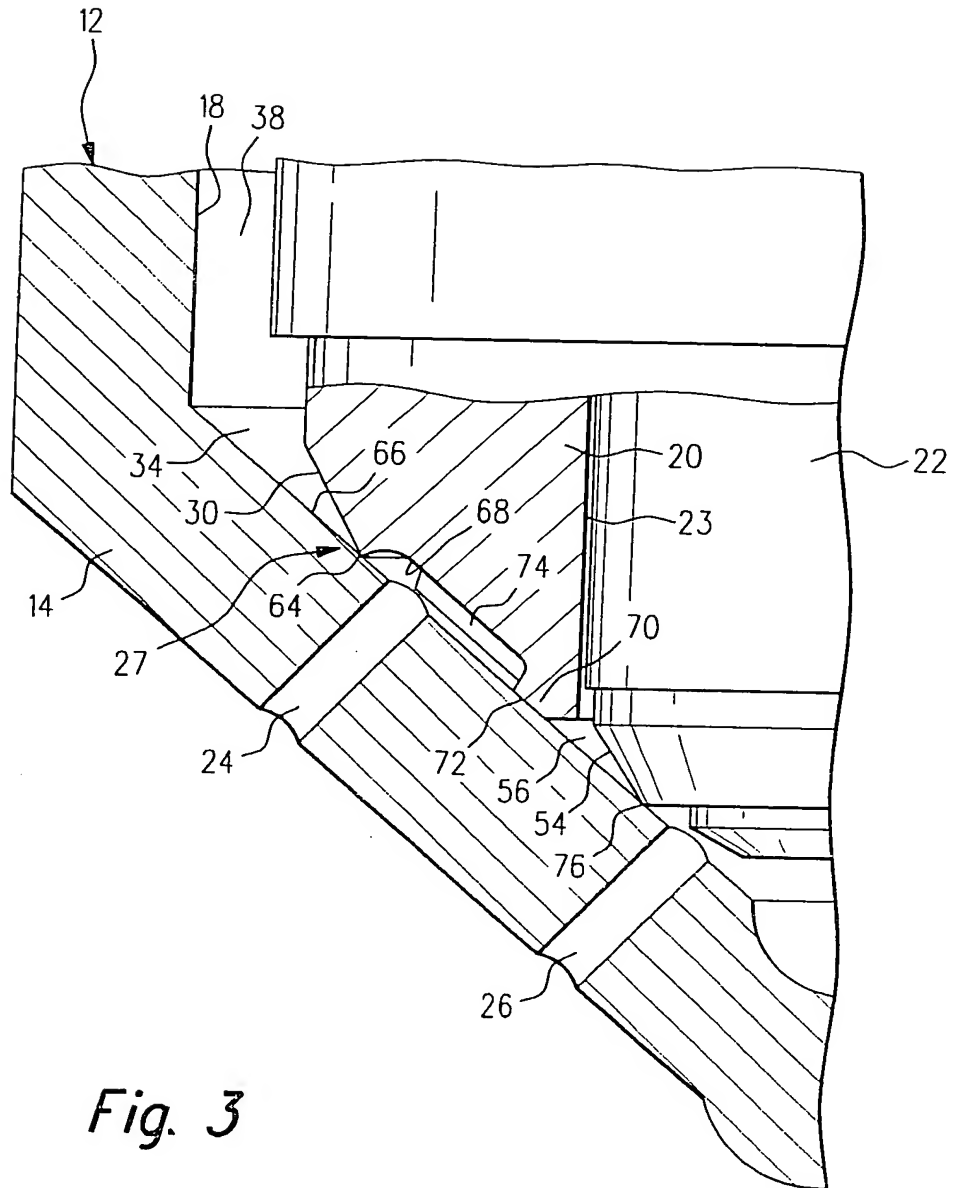
## Zusammenfassung

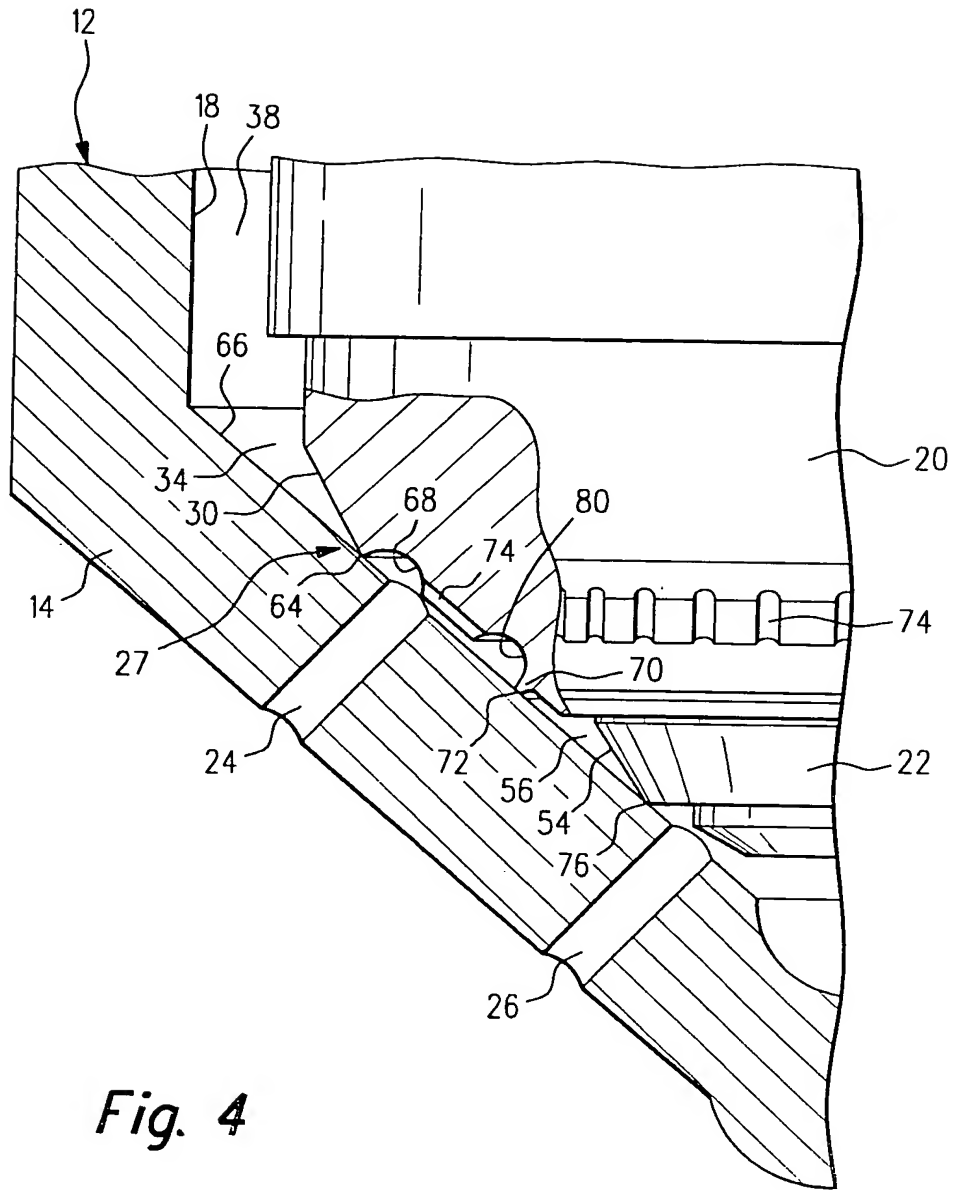
Eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (10) umfasst mindestens zwei in einem Gehäuse (12) angeordnete und  
10 zueinander koaxiale Ventilelemente (20, 22). Diesen ist jeweils mindestens eine Kraftstoff-Austrittsöffnung (24, 26) zugeordnet. Am äußeren Ventilelement (20) ist radial auswärts von der ihm zugeordneten mindestens einen Kraftstoff-Austrittsöffnung (24) eine erste Dichtkante (64)  
15 vorhanden. Diese arbeitet mit einem gehäuseseitigen Ventilsitz (66) zusammen und kann die mindestens eine Kraftstoff-Austrittsöffnung (24) von einem Hochdruckanschluss trennen. Es wird vorgeschlagen, dass am äußeren Ventilelement (20) zwischen der diesem zugeordneten  
20 mindestens einen Kraftstoff-Austrittsöffnung (24) und dem inneren Ventilelement (22) eine zusätzliche Dichtkante (72) vorhanden ist. Figur 2



*Fig. 1*







**Fig. 4**